

PAT-NO: JP401309964A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01309964 A

TITLE: FUNCTIONAL DEPOSIT FILM-FORMING DEVICE BY
SPUTTERING

METHOD

PUBN-DATE: December 14, 1989

INVENTOR- INFORMATION:

NAME

OKAMURA, NOBUYUKI
YAMAGAMI, ATSUSHI
TAKABAYASHI, MEIJI

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME

CANON INC

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63138334

APPL-DATE: June 7, 1988

INT-CL (IPC): C23C014/36

US-CL-CURRENT: 204/298.12

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a thin film having uniform characteristics and composed of target material on the surface of a flat base body having minute pores by constituting a target in a sputtering device of two targets having plate like and cylindrical shapes, respectively, and further rotatably disposing specific magnets in the vicinity of the above targets.

CONSTITUTION: A cylindrical target 1-a is disposed in a vacuum tank 16 and also a plate like target 1-b is disposed in the vacuum tank 16 so that it

covers one opening at the above target 1-a, and a flat base 5 having minute pores is attached in a position opposite to the target 1-b. Further, magnets 3, 7 generating the lines of magnetic force practically parallel to the diameter direction of the cylindrical target 1-a are provided. The inside of the vacuum tank 16 is formed into a low-pressure Ar-gas atmosphere and electric power is impressed on both targets by means of high-frequency electric power sources 13 to initiate electric discharge, and Ar is ionized by the resulting plasma and allowed to bombard the targets, by which a thin film composed of the target materials can be formed on the base body 5. At this time, by rotating the magnets 3, 7 to a synchronous cycle by means of motors 11, 12, the thin film composed of the target materials and having uniform thickness and quality and free from pores can be formed on the surface of the flat base body 5 having minute pores.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑯ 公開特許公報 (A)

平1-309964

⑤ Int.Cl.

C 23 C 14/36

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)12月14日

8520-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 スパッタリング法による機能性堆積膜形成装置

⑯ 特 願 昭63-138334

⑯ 出 願 昭63(1988)6月7日

⑰ 発明者 岡村 信行	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑰ 発明者 山上 敦士	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑰ 発明者 高林 明治	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑯ 出願人 キヤノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑯ 代理人 弁理士 萩上 豊規		

明細書

1. 発明の名称

スパッタリング法による機能性堆積膜形成装置

2. 特許請求の範囲

(1) スパッタリング法による機能性堆積膜形成装置であって、内面が円筒形状の成膜原料ターゲット (A) と、平板状の成膜原料ターゲット (B) を成膜室内に備え、前記ターゲット (B) が前記ターゲット (A) の一方の開口を閉鎖するように設けられており、基体を前記ターゲット (A) の見かけ上の中心軸を延長した位置に該中心軸に垂直に設けるようにされており、前記ターゲット (A) の直径に平行な磁力線を発生する手段と、前記ターゲット (A) に発生する磁力線と同方向に前記基体の表面近傍に磁力線を発生する手段と、前記ターゲット (A) に発生する磁力線と前記基体の表面近傍に発生する磁力線を同方向に同周期で回転させる手段を備え、且つ前記ターゲット (A) 及び (B) から前記基体の表面に向けて飛来するスパッタ粒

子数をコントロールする手段を備えていることを特徴とするスパッタリング法による機能性堆積膜形成装置。

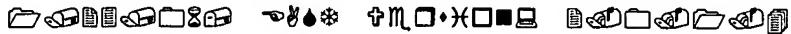
(2) 前記円筒状ターゲット (A) が、複数個の円筒状ターゲットを重畳させて一体構成させたものからなり、前記円板ターゲット (B) が中央に円板ターゲットを有し、それと同心の複数個のドーナツ状の円形平板ターゲットを該円板ターゲットを中心にして順次並列させて一体構成させたものからなり、前記ターゲットのそれぞれについて個々に独立して電力を印加できるようになされている請求項1に記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

(発明の属する技術分野)

本発明はスパッタリング法による機能性堆積膜形成装置の改良に関する。より詳しくは本発明は、円筒形状の成膜原料ターゲットと平板状の成膜原料ターゲットとを備えたスパッタリング法による機能性堆積膜形成装置に関する。

(従来技術の説明)



従来、スパッタリング法により堆積膜を形成するに当たっては、CVD法による場合と同様で、如何にしたら基体上に均一膜厚にして均質の堆積膜を定常的に安定して形成し得るかということが基本課題であるところ、幾多の研究がなされ、いくつかの提案がなされている。

こうした提案のスパッタリング法による堆積膜形成方法は、代表的には第9図に模式的に示される類の平行平板型スパッタリング法によるものである。この方法は、第9図に示されるように、カソード電極を兼ねるターゲット101の対向位置にあるアノード電極102上に基体103を置いて、両電極間にRF(高周波)電力を印加し、ターゲット101をスパッタガスによりスパッタして基体103上への膜堆積を行うというものである。

ところで、この方法においては、基体103の表面が平坦である場合、該表面におけるB点とC点(第9図参照)では、B点での膜厚>C点での膜厚といったように膜厚に均一性を欠く堆積膜が

すれにしろ高価であり、利用効率はいずれにしろ低いところ、こうしたことが製品コストに不可避的に影響をもたらすこと等である。

こうしたことから、スパッタリング法により、定常的に安定して、ターゲットの利用効率を高めて、所望の機能性堆積膜の効率的形成を可能にする小型で安価な装置の提供が社会的要請としてある。

(本発明の目的)

本発明は従来の平行平板型スパッタリング法による堆積膜形成装置における上述の問題を排除して、上述の要求に応える表面が平面である成膜用基体の表面及び、微小孔を有する成膜用基体の表面に、均一特性の堆積膜の形成を可能にする装置を提供することを主たる目的とする。

本発明の他の目的は、円筒形状の成膜材料ターゲットと平板状の成膜材料ターゲットとを備え、飛来するスパッタ粒子の方向及び数をコントロールして、表面が平面である成膜用基体の表面、及び微小孔を有する成膜用基体の表面に、所望

形成されてしまうことがしばしばある。

また、例えば基体103の表面に第10(A)図に示す様な微小孔がある場合、基体表面に成膜を行うと、第10(B)図及び第10(C)図の断面図に示されるように堆積される膜の状態に大きな差がみられる。この差の生起は、基体表面上の点において、ターゲット101より放出されて成膜をもたらすスパッタ粒子の数が、スパッタ粒子の基体表面への入射方向についてムラがあることに主たる原因がある。この問題の生起を解消するについて、基体の面積より大なる面積の平板ターゲットを使用する方法が提案されている。この方法によれば、前記問題の一応の解決は計れはあるものの、次のような新たな問題がある。即ち、(1)装置の規模をそうした大面积のターゲットに対応するように大規模のものに設計しなくてはならないことから、装置コストは可成りのものになり、それにより製品コストを高いものにしてしまうこと、(2)大面积のターゲットはその材質の均一性の確保がむずかしく、材質の均一なターゲットはい

の状態で、堆積膜を形成し汎用性に富む機能性堆積膜の形成を可能にする装置を提供することにある。

(発明の構成・効果)

本発明は、前述の従来のスパッタリング法による堆積膜形成方法における問題を解決して、前記目的を達成すべく本発明者らが鋭意研究を行った結果下述する知見を得、該知見に基づいて完成に至ったものである。

即ち、従来のスパッタリング法による前述の問題点は、前述したように、第9図において、円形のターゲット101から円形の基体103の表面に飛来するスパッタ粒子数が、円形の基体103の径方向によって、異なることに起因することが判明している。即ち、ターゲット101と基体103が同軸上に設けられている場合は、基体103の中心部と基体103の周辺部に飛来するスパッタ粒子数は異なり、ターゲット101の表面の任意の点で均一にスパッタリングが起こると、基体103の中心部に飛来するスパッタ粒子数は、

基体 103 の周辺部に飛来するスパッタ粒子数より多くなる。

こうしたことから、本発明者らは、まず基体 103 の中心部に飛来するスパッタ粒子数と基体 103 の周辺部に飛来するスパッタ粒子数の差を小さくする手段を見出すべく、スパッタリング法による堆積膜形成装置を第 11 図に示すように構成にて各種の検討を行った。

即ち、平板状のアルミニウムターゲット(53)と円筒状のアルミニウムターゲット(54)とを成膜室内に設け、前記ターゲット(53)が前記ターゲット(54)の一方の開口を閉鎖する様に設置され、かつ基体(52)を前記ターゲット(54)の見かけ上の中心線を延長した位置に該中心軸に垂直に設け、Arガスでスパッタリングを行うようにした。

そして、前記ターゲット53と基体52との距離、および前記ターゲット53、54に投入する電力によるArのスパッタリングエネルギーと、基体52表面の堆積膜の膜厚分布を検討し、以下

1200eVよりも大きい場合は、ターゲット54の基体52に近い端からターゲット53の中心に向かって、Arのスパッタリングエネルギーを徐々に小さくすると膜厚分布は良くなる。

(i) 乃至 (iv) の検討結果より、基体をそれに対向するターゲットに出来るだけ近づける様にする場合、膜厚分布均一化がはかれ得る知見を得た。

しかし膜質について、第 11 図の装置構成の場合、膜堆積速度が非常に遅く、また、ターゲット53と基体52との間隔し、がターゲット54の長さの2倍程度であっても、基体52の表面はプラズマダメージを受け、膜質が劣化するという問題のあることが判明した。

この問題を解決するについて、本発明者らは、第 7 図に示す様に、ターゲット53の側部及びターゲット54の外側のそれぞれに永久磁石を設けてプラズマを両ターゲット間に引じ込める様にしたところ、下述する知見を得た。

即ち、

(v) ターゲットに対し磁界を与える様にすると、

の結果を得た。

即ち、

(i) 基体52がターゲット53に近づくにつれ、膜厚分布は良くなる。

(ii) ターゲット53、54に入射するArのスパッタリングエネルギーがおよそ1000eV前後のとき膜厚分布は良くなる。

更に本発明者らは、第 11 図に示す装置において、ターゲット53、54を複数個に分割し、各々の分割されたターゲットに投入する電力によるArのスパッタリングエネルギーと、基体52表面の堆積膜の膜厚分布を検討し、以下の結果を得た。

即ち、

(iii) Arのスパッタリングエネルギーがおよそ800eVよりも小さい場合は、ターゲット54の基体52に近い端から、ターゲット53の中心に向かって、Arのスパッタリングエネルギーを徐々に大きくすると、膜厚分布は良くなる。

(iv) Arのスパッタリングエネルギーがおよそ

アルミニウムターゲット近傍に発生されるプラズマの密度が高められて、ターゲットからスパッタされる粒子数が増加し、その結果膜堆積速度が高められる。

更に本発明者らは、第 8 図に示す様に基体52の側にも永久磁石を設けてみたところ、下述する知見を得た。

即ち、

(vi) 前記ターゲット53及び54側に設けた永久磁石が与える磁界と反発する磁界を基体52側に設けた永久磁石により与える。つまり上記両磁界により生じる磁力線を同方向になる様両永久磁石を設けることにより、基体52をそれと対向するターゲット側に近づけてもプラズマ領域に基体はさらされない。さらに前記両永久磁石を同方向かつ同周期で回転させることにより膜厚分布及び膜質を均一化させ、かつ前記ターゲットの使用効率が向上する。

本発明は、本発明者らが事実として確認した上述の知見 (i) 乃至 (vi) に基づいて完成された

ものであり、本発明により提供されるスパッタリング法による堆積膜形成装置は、従来のスパッタリング法による堆積膜形成装置における前述の問題点を排除し、前記目的を達成するものである。本発明により提供される装置は、下述する構成を骨子とするスパッタリング法による機能性堆積膜形成装置である。

即ち、「内面が円筒形状の成膜原料ターゲット（A）と、平板状の成膜原料ターゲット（B）とを成膜室内に備え、前記ターゲット（B）が前記ターゲット（A）の一方の開口を閉鎖するように設けられており、基体を前記ターゲット（A）の見かけ上の中心軸を延長した位置に該中心軸に垂直に設けるようにされており、前記ターゲット（A）の直径に平行な磁力線を発生する手段と、前記ターゲット（A）に発生する磁力線と同方向に前記基体の表面近傍に磁力線を発生する手段と、前記ターゲット（A）に発生する磁力線と前記基体の表面近傍に発生する磁力線を、同方向に同周期で回転させる手段を備え、且つ前記ターゲット

（A）及び（B）から前記基体表面に向けて飛来するスパッタ粒子数をコントロールする手段を備えた」構成。

そして本発明により提供される装置の他の特徴は、「前記円筒状ターゲット（A）が、複数個の円筒状ターゲットを重畳させて一体構成させたものからなり、前記円板ターゲット（B）が中央に円板ターゲットを有し、それと同心の複数個のドーナツ状の円形平板ターゲットを該円板ターゲットを中心にして順次並列させて一体構成させたものからなり、前記ターゲットのそれぞれについて個々に独立して電力を印加できるようにされている」ことにある。

かくなる構成の本発明の装置は、堆積膜が形成された基体表面の膜厚分布の均一性及び基体表面に開孔部が設けてある開孔段差部のステップカバレッジを良好にし、半導体デバイスを始めとして他の各種電子デバイスの生産における歩留りを向上せしめると共に、製品コストを大巾に低減せしめる等の顕著な利点を有するものである。

以下に本発明の装置を第1図乃至第6図に模式的に示す実施例により説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

装置例1

本発明の装置例1は第1図、第3図乃至第5図に図示されるものである。第1図、第3図乃至第5図において、1-aは円筒形状の成膜原料ターゲット、1-bは円板形状の成膜原料ターゲット、2は前記ターゲット1-aおよび1-bの冷却用冷水冷ジャケット、3、7は前記ターゲット1-aの直径方向にほぼ平行な磁力線を発生する磁石、4はアース電位に保たれたシールド板、5は基体、6は基体ホルダー、9、10はトルク伝達機能を備えた継手、11、12は磁石回転用モーター、13は高周波電源、14はガス導入バルブ、15は磁石支持アーム、16は真空槽、18は前記磁石3により印加された磁力線をそれぞれ示す。

上記構成の装置例1においては、真空槽16内に設置された基体ホルダー6に基体5を設置し、排気系より該真空槽16を高真空圧力（ 10^{-7}

Torr以下）まで排気する。排気後ガス導入バルブ14よりArガスを該真空槽16内の圧力が $10^{-3} \sim 10^{-2}$ Torr台になる流量に調整し、前記磁石3及び7の磁力線方向が同方向になる位置に該磁石3および7を調整し、かつ前記磁石回転用モーター11および12より該磁石3および7を同方向でかつ同周期にて回転させる。

前記高周波電源13より前記ターゲット1-aおよび1-bに電力を印加すると放電が開始し、プラズマが発生する。

前記プラズマ中のAr⁺は、前記ターゲット1-aおよび1-b近傍のシース電位により加速され、該ターゲット1-aおよび1-bと衝突し、スパッタ粒子を発生する。前記スパッタ粒子が基体5の表面上に飛来し、堆積膜が形成される。

装置例2

本発明の装置例2は、第2図乃至第6図に図示されるものである。第2図乃至第6図において、1-aは3分割された円筒形状の成膜原料ターゲット

ット、1-bは3分割された円板またはドーナツ円板形状の成膜原料ターゲット、2は前記ターゲット1-aおよび1-bの冷却用水冷ジャケット、3、7は前記ターゲット1-aの直径方向にほぼ平行な磁力線を発生する磁石、4はアース電位に保たれたシールド板、5は基体、6は基体ホルダー、9、10はトルク伝達機能を備えた組手、11、12は磁石回転用モータ、13は高周波電源、14はガス導入バルブ、15は磁石支持アーム、16は真空槽、18は前記磁石3により印加された磁力線をそれぞれ示す。

以上の構成の装置例2においては、真空槽16内に設置された基体ホルダー6に基体5を設置し、排気系より該真空槽16を高真空圧力(10^{-7} Torr以下)まで排氣する。排氣後ガス導入バルブ14よりArガスを該真空槽16内の圧力が $10^{-3} \sim 10^{-2}$ Torr台になる流量に調整し、前記磁石3及び7の磁力線方向が同方向になる位置に該磁石3および7を調整し、かつ前記磁石回転用モータ11および12より該磁石3および7を

した。

その結果、前記開孔のない平面部での膜厚分布は±1%、膜堆積速度は5000Å/分であった。また前記開孔部でのステップカバレッジは前記基体全域において非常に良好であった。

第1表

成膜条件	
内压	0.1mTorr
ガス	アルゴン
ターゲット材料	アルミニウム
円筒および円板ターゲットに入射するAr粒子エネルギー	1000eV

成膜例2

装置例2の装置を使用して第2表に示す成膜条件A及びBで直径20cmの平坦な円形の基体についてアルミニウムを堆積した。

その結果成膜条件Aで前記基体表面上の膜厚分布は±1%、堆積速度は7500Å/分であった。また成膜条件Bで前記基体表面上の膜厚分布は±

同方向でかつ同周期にて回転させる。

高周波電源13より前記ターゲット1-aに印加される電力密度を基体に近い該ターゲット1-aから P_a 、 P_s 、 P_b とし、かつ前記高周波電源13より前記ターゲット1-bに印加される電力密度を該ターゲット1-bの外周より中心に向 P_a 、 P_s 、 P_b とし、前記ターゲット1-aおよび1-bに電力密度となる電力を印加すると放電が開始し、プラズマが発生する。

前記プラズマ中の A_{r+} は、前記ターゲット1-aおよび1-b近傍のシース電位により加速され、該ターゲット1-aおよび1-bと衝突し、スペック粒子を発生する。前記スペック粒子が基体5の表面上に飛来し、堆積膜が形成される。

以下に本発明の効果を、本発明の装置による成膜例及び比較例により、より明らかにする。

成膜例1

装置例1の装置を使用して第1表に示す成膜条件で開口巾1μm、深さ1μmの開口のある直径20cmの円形の基体についてアルミニウムを堆積

した。堆積速度は3000Å/分であった。

第2表

成膜条件			
内压	0.1mTorr		
ガス	アルゴン		
ターゲット材料	アルミニウム		
P_a	A	B	
P_a	1750eV	250eV	ターゲットに入射するAr粒子エネルギー
P_s	1700eV	300eV	
P_b	1600eV	400eV	[P_a は各ターゲット印加電力密度]
P_a	1500eV	500eV	
P_s	1300eV	700eV	
P_b	1200eV	800eV	

<比較例>

装置例1における円筒ターゲット1-aを真空槽16より取り除き、磁石3及び7で磁力線が同方向で、且つ磁石回転用モータ11及び12にて前記磁石3及び7を同方向で且つ円周期にて回転する状態にし、第1表に示す成膜条件で成膜を行

った。なお、基体として、成膜例1におけるのと同様のものを使用した。

その結果、前記基体上の開孔のない平面部での膜厚分布は±30%で膜堆積速度は2000Å/分であった。

また、前記開孔部でのステップカバレッジは、前記基体全域において非常に悪かった。

4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第2図は、本発明の装置構成の典型的な例を模式的に示す図である。第3図乃至第6図は、本発明の装置におけるターゲット、基体、永久磁石、磁界の位置関係を示す図である。第7図乃至第8図は本発明に至る経緯で使用した装置のターゲット、基体、永久磁石、磁界、プラズマ発生領域の位置関係を示す図である。第9図は従来のスパッタリング装置構成の典型的な模式図である。第10(A)図は基体表面に形成された微小孔の断面図であり、第10(B)乃至(C)図は第9図の従来のスパッタリング装置による、微小孔を有する基体表面への膜堆積状態を説明する

ための断面説明図である。第11図は本発明に至る経緯で使用した装置のターゲット及び基体の位置関係を示す図である。

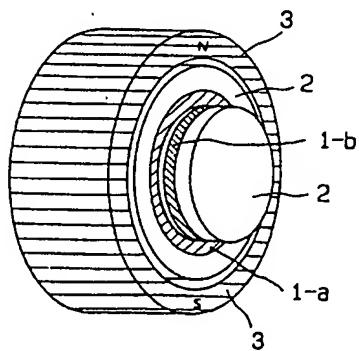
第1図乃至第10図、第11図において、1-a…円筒形状の成膜原料ターゲット、1-b…円板形状の成膜原料ターゲット、2…水冷ジャケット、3…永久磁石、4…アース電位に保たれたシールド板、5…基体、6…基体ホルダー、7…永久磁石、9、10…トルク伝達機能を備えた握手、11、12…磁石回転用モータ、13…高周波電源、14…ガス導入バルブ、15…磁石支持アーム、16…真空槽、17…プラズマ、18…磁力線、52…基体、53…アルミニウム平板ターゲット、54…アルミニウム垂直ターゲット、101…ターゲット兼カソード、102…アノード兼基体ホルダー、103…基体、104…高周波電源、105…堆積膜。

特許出願人 キヤノン株式会社

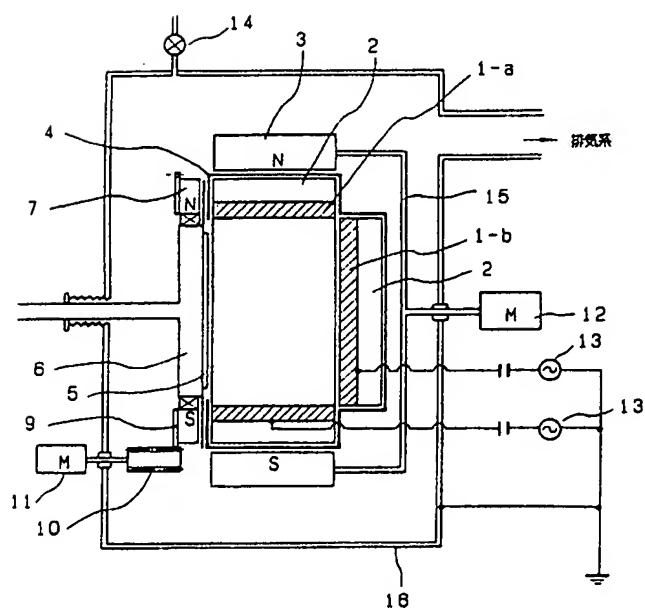
代理人 弁理士 萩上豊規



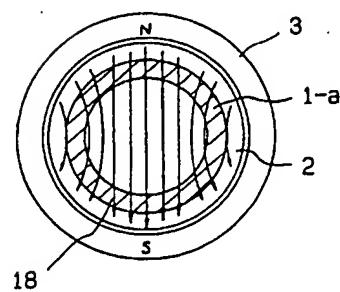
第3図



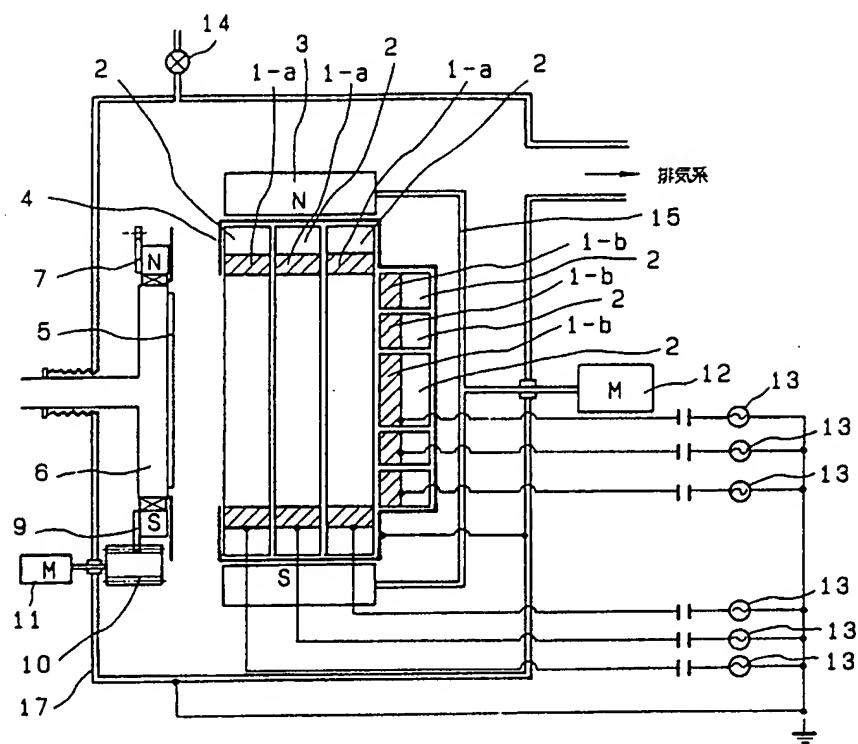
第1図



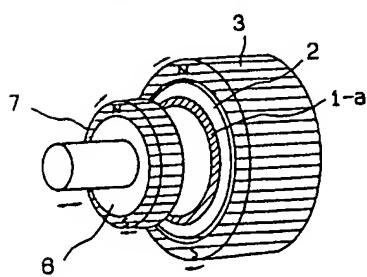
第4図



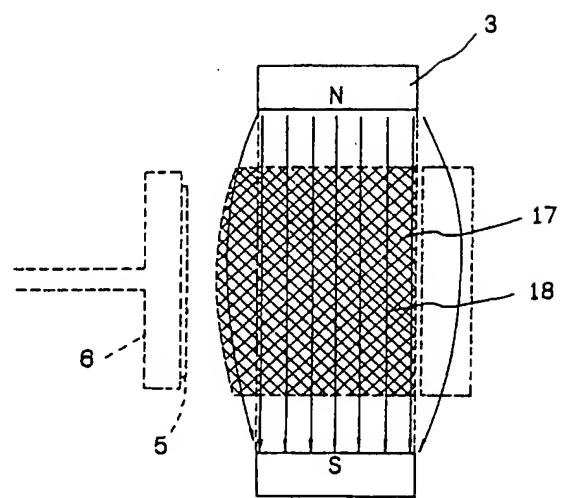
第 2 図



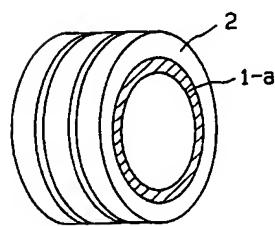
第 5 図



第 7 図



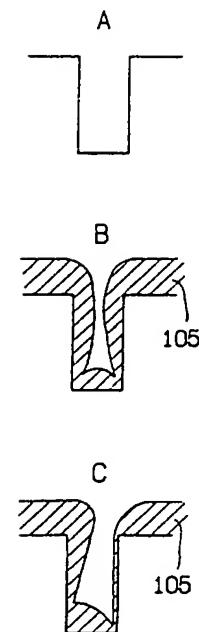
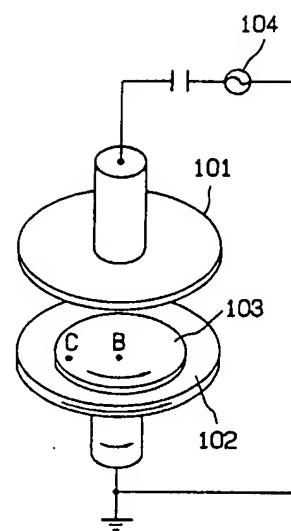
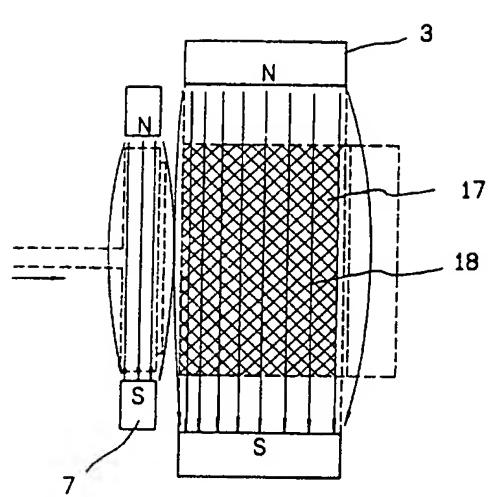
第 6 図



第 9 図

第 10 圖

第 8 図



第 11 図

